



(11) Numéro de publication : **0 626 182 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **94401055.2**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **A61N 1/368, A61N 1/39**

(22) Date de dépôt : **11.05.94**

(30) Priorité : **28.05.93 FR 9306406**

(43) Date de publication de la demande :  
**30.11.94 Bulletin 94/48**

(84) Etats contractants désignés :  
**BE CH DE ES GB IT LI SE**

(71) Demandeur : **ELA MEDICAL (Société anonyme)**  
**98-100, Rue Maurice Amoux**  
**F-92541 Montrouge Cédex (FR)**

(72) Inventeur : **Jacobsen, Peter**  
**4, Route de Marienthal**  
**F-67500 Haguenau (FR)**  
Inventeur : **Kroiss, Daniel**  
**22, Rue Georges Clémenceau**  
**F-67590 Schweighouse-Moder (FR)**  
Inventeur : **Henry, Christine**  
**33, Rue de l'Aude**  
**F-75014 Paris (FR)**

(74) Mandataire : **Laget, Jean-Loup**  
**Cabinet Pierre Loyer**  
**77, rue Boissière**  
**F-75116 Paris (FR)**

(54) Procédé d'analyse de l'activité cardiaque pour déterminer si une tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation.

(57) On détermine le nombre, appelé pic d'auto-corrélation des intervalles récents entre les signaux cardiaques détectés dans une première chambre cardiaque, satisfaisant à des critères prédéterminés de stabilité, et on détermine le nombre, appelé pic d'intercorrélation, des signaux cardiaques récents détectés dans la première chambre cardiaque, qui sont précédés par des signaux cardiaques détectés dans la seconde chambre, dans des limites prédéterminées de temps de conduction.

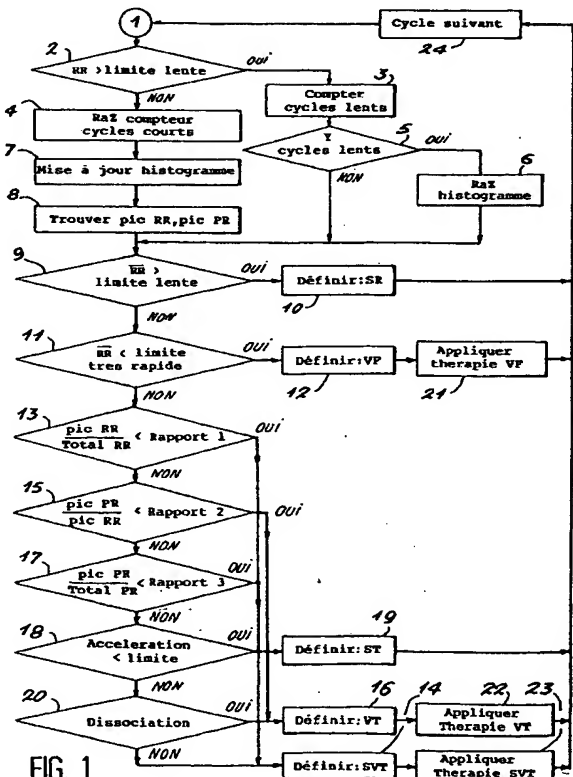


FIG. 1

EP 0 626 182 A1

L'invention concerne un procédé d'analyse de l'activité cardiaque pour déterminer si une tachyrythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation.

Elle se rapporte aux dispositifs médicaux qui surveillent l'état cardiaque d'un patient en détectant les signaux auriculaires et ventriculaires, et qui analysent ces signaux pour déterminer si une tachyrythmie est présente, et dans ce cas, pour déterminer si cette tachyrythmie est d'un type susceptible d'être interrompu par une stimulation antitachycardique.

La stimulation antitachycardique (ATP) recouvre tout mode de stimulation destiné à interrompre la tachyrythmie, y compris la stimulation ventriculaire et/ou auriculaire. La tachyrythmie correspond à un rythme cardiaque rapide anormal, et recouvre la fibrillation ventriculaire (VF), la tachycardie ventriculaire (VT), la tachycardie sinusale (ST) et la tachycardie supra-ventriculaire (SVT). La tachycardie supra-ventriculaire recouvre la tachycardie auriculaire, le flutter auriculaire, et la fibrillation auriculaire.

Un rythme normal sans tachyrythmie est appelé rythme sinusal (SR).

Les dispositifs médicaux en question mesurent directement ou indirectement l'intervalle entre signaux ventriculaires (RR), entre signaux auriculaires (PP), entre un signal auriculaire et un signal ventriculaire (PR), ou entre un signal ventriculaire et un signal auriculaire (RP). Ils comptent, ensemble ou séparément, le nombre des signaux auriculaires (Na) ou ventriculaires (Nv) pendant un nombre prédéterminé de cycles cardiaques.

Plus particulièrement, l'invention se rapporte à des dispositifs médicaux qui lorsqu'ils sont appliqués dans le ventricule, identifient d'abord la fibrillation ventriculaire (VF), lorsque la fréquence ventriculaire est supérieure à une première fréquence prédéterminée, et le rythme sinusal (SR), lorsque la fréquence ventriculaire est inférieure à une deuxième fréquence prédéterminée, et ensuite s'efforcent de classer les autres rythmes dont les fréquences sont situées entre ces deux fréquences prédéterminées.

En conséquence, l'invention s'applique aux dispositifs qui s'efforcent de distinguer la tachycardie ventriculaire (VT) de la tachycardie sinusale (ST) ou de la tachycardie supra-ventriculaire (SVT), dans une gamme intermédiaire de fréquences.

L'invention vise à déterminer si une tachyrythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation dans l'oreillette ou dans le ventricule.

Elle s'applique aux dispositifs qui délivrent une thérapie après avoir analysé le rythme cardiaque, et à ceux qui ne le font pas. Elle s'applique aux dispositifs implantables ou externes. Elle s'applique à l'analyse du rythme cardiaque avant, pendant et après la thérapie.

La notion de thérapie recouvre la stimulation antitachycardie (ATP), la cardioversion et la défibrilla-

tion.

Selon Arzbaeher et al., Pace, Vol. 7, pp 541-547 (1984), la détection des signaux cardiaques dans une seule chambre pour déterminer l'instant d'application de la stimulation antitachycardique (ATP) dans cette chambre, peut conduire à une stimulation inappropriée et à une accélération subséquente du rythme cardiaque, ou même au déclenchement d'une tachycardie. Ce document propose la détection des signaux auriculaires et ventriculaires ainsi que la division en trois zones des tachyrythmies de fréquence intermédiaire :

- lorsque  $Nv \gg Na$ , il y a VT
- lorsque  $Nv \ll Na$ , il y a ST ou SVT
- lorsque  $Nv \approx Na$ , l'un des deux critères de la VT est appliqué :
  - Accélération du rythme ventriculaire excédant une limite prédéterminée,
  - Changement du rythme ventriculaire à la suite d'un stimulus auriculaire prématuré, n'excédant pas une limite prédéterminée.

Selon Schuger et al., Pace, Vol. 11, pp 1456-1464 (1988), la tachycardie ventriculaire (VT) est caractérisée par un critère : l'intervalle RR est stable, et l'intervalle PR est instable. La moyenne des mesures de RR et PR sur plusieurs cycles permet d'éviter de satisfaire au critère de tachycardie ventriculaire (VT) en cas d'extrasystole ventriculaire.

Le document US-A-4 860 749, Lehmann, prévoit la division en trois zones des rythmes ventriculaires à fréquence intermédiaire (qui correspondent respectivement aux trois zones prévues par Arzbaeher) :

- lorsque  $RR < PP$ , il y a VT ;
- lorsque  $RR > PP$ , le critère de VT est appliqué : RR stable et PR instable ;
- lorsque  $RR = PP$ , le critère de VT est appliqué : PR plus long que PR en rythme sinusal.

La détection des signaux auriculaires et ventriculaires peut améliorer la spécificité de la détection, dans une gamme de fréquences intermédiaires, des tachyrythmies susceptibles d'être interrompues par stimulation. Le critère de stabilité pour la détermination des tachyrythmies ventriculaires susceptibles d'être interrompues par stimulation, consiste à déterminer s'il y a stabilité de l'intervalle RR et instabilité de l'intervalle PR.

Ce procédé part de la supposition que dans une tachycardie ventriculaire (VT) susceptible d'être interrompue par stimulation, la plupart des signaux ventriculaires sont provoqués par un signal ventriculaire antérieur, conduit par un chemin circulaire, avec un temps de conduction stable.

Inversement, lorsque la plupart des signaux ventriculaires sont provoqués par des signaux auriculaires, conduits par un chemin auriculo-ventriculaire, avec un temps de conduction stable, alors il n'y a pas de tachycardie ventriculaire (VT) susceptible d'être interrompue par stimulation.

Selon l'état de la technique, ce critère s'applique lorsqu'il n'y a pas d'association auriculo-ventriculaire en 1 : 1. Lorsqu'il y a association en 1 : 1, le critère ne peut pas distinguer une tachyarythmie auriculaire conduite au ventricule, d'une tachyarythmie ventriculaire conduite à l'oreillette.

L'état de la technique présente des inconvénients, en particulier en ce qui concerne le calcul et l'application du critère de stabilité.

Le brevet US-A-4 860 749 ne définit pas le signal auriculaire à prendre en compte pour le calcul de l'intervalle PR. Lorsque  $N_a > N_v$ , plus d'un signal auriculaire peut être détecté par cycle ventriculaire. Si plus d'un intervalle PR par cycle ventriculaire est pris en compte dans un calcul de stabilité par moyenne, l'intervalle PR apparaît comme instable, même s'il y a une conduction auriculo-ventriculaire avec un bloc fixe et un intervalle PR très stable.

L'état de la technique applique le critère de stabilité seulement lorsque  $N_a > N_v$ . Si l'on considère le démarrage d'une tachycardie sinusale (ST) avec  $N_a = N_v$ , l'intervalle RR diminue mais l'intervalle PR reste constant. Le critère de stabilité pourrait être appliqué pour conclure, correctement, qu'il n'y a pas de tachycardie ventriculaire (VT).

Le brevet US-A-4 860 749 ne donne pas d'indication sur le calcul de l'instabilité de PR ou de la stabilité de RR, alors que la publication Schuger et al. suggère d'utiliser des moyennes sur plusieurs cycles cardiaques. Cette technique est affectée par la détection d'une extrasystole, d'un train d'interférences électriques, ou par la non-détection d'un événement cardiaque.

Le critère de stabilité devrait pouvoir être appliqué à la détection des tachyarythmies susceptibles d'être interrompues par stimulation, aussi bien dans l'oreillette que dans le ventricule.

La présente invention a pour but d'améliorer la spécificité de la détection dans une première chambre des tachyarythmies susceptibles d'être interrompues par stimulation, en proposant un critère fondé sur la stabilité dans cette première chambre et l'instabilité de la conduction en provenance de la seconde chambre.

A cet effet, l'invention consiste à :

- prendre en compte tous les signaux détectés dans la seconde chambre, qui pourraient avoir donné lieu à un signal détecté dans la première chambre, et pas seulement le signal dans la seconde chambre précédant immédiatement le signal dans la première chambre ;
- appliquer le critère à tous les rythmes dans la première chambre, y compris les rythmes avec association en 1 : 1, pour définir que les rythmes sans stabilité dans cette chambre ne sont pas susceptibles d'être interrompus par stimulation ;
- calculer la stabilité de manière telle que quel-

ques signaux prématurés, l'incidence du bruit électrique, ou des signaux non détectés dans l'une ou l'autre chambre, n'affectent pas le calcul de façon importante ;

- proposer un procédé applicable à chaque chambre.

Selon l'invention, le dispositif maintient un histogramme des intervalles récents dans la première chambre, et un histogramme des intervalles récents de conduction en provenance de la seconde chambre, relatifs aux mêmes événements, ces intervalles étant triés dans des cases en fonction de leur longueur.

Il maintient un total d'autocorrélation et un total d'intercorrélation, correspondant au nombre total de comptages dans l'histogramme respectif.

Il utilise les histogrammes pour évaluer les critères suivants :

- Pic d'autocorrélation : le nombre maximal d'intervalles récents dans la première chambre qui satisfont à un critère de stabilité prédéterminé ;
- Pic d'intercorrélation : le nombre maximal d'intervalles de conduction en provenance de la seconde chambre, qui satisfont à un critère de stabilité de conduction prédéterminé.

Il définit qu'il y a stabilité dans la première chambre lorsque le pic d'autocorrélation, divisé par le total d'autocorrélation, excède un rapport prédéterminé.

Il définit qu'il y a stabilité de conduction lorsque le pic d'intercorrélation, divisé soit par le pic d'autocorrélation (dans la première variante de réalisation de l'invention) soit par le total d'intercorrélation (dans la seconde variante) excède un rapport prédéterminé.

La première variante de réalisation de l'invention compare la stabilité de la conduction entre les deux chambres à celle des intervalles dans la première chambre.

La seconde variante exprime la stabilité de la conduction entre les deux chambres en fonction de la totalité des conductions présumées.

Lorsqu'il n'y a pas de stabilité dans la première chambre, cela signifie que la tachyarythmie n'est probablement pas susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre, et le procédé définit qu'elle n'est pas susceptible d'être interrompue dans cette chambre.

Lorsqu'il y a stabilité dans la première chambre, mais pas de stabilité de conduction, cela signifie que la tachyarythmie a probablement son origine dans la première chambre, et le procédé définit qu'elle est susceptible d'être interrompue par stimulation dans cette chambre.

Lorsqu'il y a stabilité dans la première chambre et stabilité de conduction, le procédé doit déterminer si la conduction en provenance de la seconde chambre est en 1 : 1 ou en n : 1. Lorsque le pic d'intercorrélation, divisé par le total d'intercorrélation, excède un

rapport prédéterminé, le procédé définit que l'association est en 1 : 1.

En variante, lorsque le nombre d'événements comptés dans la seconde chambre divisé par le nombre d'événements comptés dans la première chambre est supérieur à un rapport prédéterminé, de préférence égal à 1,33, le procédé définit que l'association est en  $n : 1$ .

Dans le cas d'une association en 1 : 1; le procédé utilise un autre critère, par exemple la présence d'une accélération prenant naissance avec une dissocation, pour déterminer si la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation.

Dans le cas d'une association en  $n : 1$ , le procédé conclut que la tachyarythmie n'est pas susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre, parce qu'elle a son origine dans la seconde.

La présente invention a pour objet un procédé d'analyse de l'activité cardiaque par détection des signaux auriculaires et ventriculaires, correspondant à des événements cardiaques, pour déterminer si une tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation, caractérisé en ce qu'il comporte :

- la détermination du nombre maximal, appelé pic d'autocorrélation, des intervalles récents entre les signaux cardiaques détectés dans une première chambre cardiaque, satisfaisant à des critères prédéterminés de stabilité, et
- la détermination du nombre maximal, appelé pic d'intercorrélation, des signaux cardiaques récents détectés dans ladite première chambre cardiaque et correspondant aux mêmes événements que précédemment, qui sont précédés par des signaux cardiaques détectés dans la seconde chambre, dans des limites prédéterminées de temps de conduction.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- la détermination du pic d'autocorrélation comprend les étapes suivantes :
  - . maintien d'un histogramme d'autocorrélation, c'est-à-dire d'un histogramme des intervalles récents dans ladite première chambre ;
  - . maintien d'un total d'autocorrélation, c'est-à-dire de la somme du nombre total des comptages dans l'histogramme d'autocorrélation, et
  - . balayage de l'histogramme d'autocorrélation avec une fenêtre prédéterminée de stabilité pour déterminer le nombre maximal de comptages dans la fenêtre pour toutes les positions possibles de la fenêtre dans l'histogramme.
- la détermination du pic d'intercorrélation comprend les étapes suivantes :
  - . maintien d'un histogramme d'intercorrélation, c'est-à-dire d'un histogramme des intervalles récents de conduction de ladite

seconde chambre vers ladite première chambre, correspondant aux mêmes événements que ceux de l'histogramme d'autocorrélation,

- . maintien d'un total d'intercorrélation, c'est-à-dire de la somme du nombre total de comptages dans l'histogramme d'intercorrélation, et
- . balayage de l'histogramme d'intercorrélation avec une fenêtre prédéterminée de temps de conduction pour déterminer le nombre maximal de comptages dans la fenêtre pour toutes les positions possibles de la fenêtre dans l'histogramme.
- l'étape de maintien dudit histogramme des intervalles récents comprend les étapes suivantes :
  - . soustraction dans l'histogramme de tout comptage correspondant à un intervalle survenu antérieurement à un nombre prédéterminé de cycles, un cycle correspondant à un signal détecté dans ladite première chambre, et
  - . addition à l'histogramme d'un comptage correspondant à chaque intervalle survenu pendant le cycle le plus récent.
- le nombre prédéterminé de cycles est programmable ;
- le nombre prédéterminé de cycles est d'environ 16 ;
- dans l'histogramme d'autocorrélation, les intervalles récents dans la première chambre sont triés dans des cases en fonction de leur longueur ;
- dans l'histogramme d'intercorrélation, les intervalles récents de conduction de la seconde chambre vers la première chambre sont triés dans des cases en fonction de leur longueur ;
- ladite fenêtre consiste en un nombre programmable de cases contiguës ;
- ladite fenêtre consiste en un nombre de cases contiguës correspondant à une variation d'intervalle d'environ 64 ms ;
- la largeur d'une case dans un histogramme est d'environ 16 ms ;
- ladite analyse n'est pas effectuée pour les intervalles dans ladite première chambre qui sont plus longs qu'une limite prédéterminée ;
- ladite limite est programmable ;
- ladite limite est d'environ 600 ms ;
- les histogrammes sont remis à zéro lorsqu'aucun événement n'y a été inscrit pendant un nombre prédéterminé de cycles dans ladite première chambre ;
- ledit nombre prédéterminé de cycles est programmable ;
- ledit nombre prédéterminé de cycles est d'environ 16 ;

- l'histogramme d'autocorrélation comprend tous les intervalles entre environ 125 ms et environ 600 ms ;
- l'histogramme d'intercorrélation comprend tous les intervalles de conduction entre environ 16 et environ 500 ms ;
- le procédé comprend une étape de triage des rythmes cardiaques en fonction du pic d'autocorrélation, comprenant elle-même les étapes de :
  - 5 définir qu'il y a stabilité dans la première chambre lorsque le pic d'autocorrélation, divisé par le total d'autocorrélation excède un rapport prédéterminé de stabilité, et
  - 10 définir que la tachyarythmie n'est pas susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre lorsqu'il n'y a pas de stabilité dans la première chambre.
- le procédé comprend une étape de triage des rythmes cardiaques en fonction du pic d'autocorrélation et du pic d'intercorrélation, comprenant elle-même les étapes de :
  - 20 définir qu'il y a instabilité de conduction lorsque le pic d'intercorrélation, divisé par le pic d'autocorrélation, n'excède pas un rapport prédéterminé de conduction, et
  - 25 définir que la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre lorsqu'il y a stabilité dans la première chambre et instabilité de conduction.
- le procédé comprend une étape de triage des rythmes cardiaques en fonction des valeurs relatives du pic d'intercorrélation et du total d'autocorrélation, comprenant elle-même les étapes de :
  - 30 définir qu'il y a instabilité de conduction lorsque le pic d'intercorrélation, divisé par le total d'autocorrélation, n'excède pas un rapport prédéterminé de conduction, et
  - 35 définir que la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre lorsqu'il y a stabilité dans la première chambre et instabilité de conduction.
- le procédé comprend l'étape de trier encore les rythmes cardiaques avec une stabilité définie dans la première chambre et une stabilité de conduction définie, en définissant en outre qu'il y a une conduction en 1 : 1 lorsque le pic d'intercorrélation, divisé par le total d'intercorrélation excède un rapport prédéterminé ;
- le procédé comprend l'étape de trier encore les rythmes cardiaques avec une stabilité définie dans la première chambre, en définissant en outre qu'il y a une conduction en n : 1 lorsque le total des événements dans la deuxième chambre, divisé par le total d'autocorrélation

- excède un rapport prédéterminé ;
- lesdits rapports prédéterminés sont programmables ;
- le procédé comprend l'étape de triage des rythmes cardiaques seulement lorsque la longueur des intervalles dans ladite première chambre tombe entre une limite inférieure prédéterminée et une limite supérieure prédéterminée ;
- lesdites limites des intervalles sont programmables ;
- la limite inférieure prédéterminée est d'environ 375 ms et la limite supérieure prédéterminée est d'environ 600 ms ;
- le procédé comprend l'étape d'attendre pour trier les rythmes jusqu'à ce que les histogrammes aient été mis à jour pour un nombre minimal prédéterminé de cycles ;
- ledit nombre prédéterminé de cycles est programmable ;
- ledit nombre prédéterminé de cycles est d'environ 8 ;
- le procédé comprend l'étape de trier encore les rythmes cardiaques avec stabilité définie dans la première chambre et stabilité de conduction définie, comprenant elle-même les étapes de :
  - identifier l'occurrence d'une accélération de la fréquence dans la première chambre, excédant une limite d'accélération prédéterminée ;
  - identifier l'occurrence d'une dissociation de conduction entre les deux chambres lors de la détection de l'accélération, et
  - définir que la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre lorsqu'il y a accélération et dissociation ;
- le procédé comprend l'étape de définir que la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation seulement lorsqu'elle est définie en 1 : 1.
- le procédé comprend l'étape d'application d'une stimulation antitachycardique à une tachyarythmie définie comme susceptible d'être interrompue par stimulation.

La figure 1 représente le schéma logique de décision du procédé de commande selon l'invention.

L'invention est maintenant décrite dans un exemple de détermination des tachycardies susceptibles d'être interrompues par stimulation dans le ventricule. Elle s'applique également à la détermination des tachycardies susceptibles d'être interrompues par stimulation dans l'oreillette.

Sur la figure 1, le chemin de décision du procédé de commande selon l'invention commence au point 1 à la suite de la détection d'une onde R.

En 2, l'intervalle RR est comparé à une limite prédéterminée "lente" qui peut être programmable et qui

est de préférence de 600 ms environ. Si la longueur de l'intervalle RR excède la limite "lente" le rythme cardiaque est probablement un rythme sinusal RS. Dans ce cas, un compteur de cycles lents, est incrémenté en 3, dans le cas contraire, le compteur est remis à zéro en 4.

Lorsqu'un nombre prédéterminé Y de cycles lents consécutifs est atteint en 5, chaque case des histogrammes est remise à zéro en 6, étant donné que l'information stockée n'est plus utile. Le nombre Y peut être programmable, et il est de préférence égal à 16.

De cette manière, les étapes de mise à jour et d'analyse des histogrammes, qui consomment du temps et de la puissance, sont accomplies seulement lorsqu'une tachycardie risque d'être présente.

Un histogramme des intervalles RR, et un histogramme des intervalles PR sont mis à jour en 7 :

- dans l'histogramme des intervalles RR, la case correspondant à l'intervalle RR qui vient juste de s'écouler est incrémentée, et chaque case qui avait été incrémentée Z cycles plus tôt, est décrémentée. Le nombre Z peut être programmable et il est de préférence égal à 16 ;
- dans l'histogramme des intervalles PR, une case correspondant à chacun des intervalles PR dans le dernier cycle RR est incrémentée : une case pour chaque onde P détectée. Chaque case qui avait été incrémentée Z cycles plus tôt, est décrémentée.

De cette manière, les histogrammes stockent l'information pour les Z cycles les plus récents pendant lesquels le rythme ventriculaire était plus rapide que la limite lente.

Le pic d'autocorrélation (pic RR) et le pic d'inter-corrélation (pic PR) sont définis en 8. Le pic est trouvé par balayage de toutes les cases de l'histogramme avec une fenêtre dont la largeur peut être programmable et est de préférence égale à 64 ms.

Chaque fois que la fenêtre se déplace d'une case, le total des comptages de toutes les cases de la fenêtre est calculé. Le total le plus élevé de toutes les positions de la fenêtre est conservé. De cette façon, le pic est le nombre total maximal des comptages dans chaque jeu de cases contiguës se trouvant dans la fenêtre.

Un intervalle moyen RR est comparé en 9 à une limite "lente" prédéterminée, qui peut être programmable et qui est de préférence égale à 600 ms. Si l'intervalle moyen RR est plus grand que la limite "lente", alors le procédé selon l'invention définit en 10 que le rythme est sinusal (SR).

L'intervalle moyen RR est comparé en 11 à une limite "très rapide", qui peut être programmable, et qui est de préférence égale à 375 ms. Si l'intervalle moyen RR est plus court que la limite "très rapide", alors le procédé selon l'invention définit en 12 qu'il y a fibrillation ventriculaire (VF).

Un intervalle moyen RR est utilisé en 9 et 11 pour éviter que les extrasystoles isolées, les ondes non détectées, et le bruit électrique, n'affectent globalement la décision. A cet effet, une moyenne glissante, un filtre passe-bas, un détecteur en X/Y, ou un autre filtre conventionnel peut être utilisé.

Le pic RR est divisé en 13 par le total de RR. Si le rapport est inférieur à un rapport prédéterminé, qui peut être programmable et qui est de préférence égal à 75%, alors il est peu probable qu'il y ait une conduction selon une voie déterminée à partir d'un événement ventriculaire détecté, pour provoquer l'événement ventriculaire suivant. L'algorithme définit en 14 qu'il y a tachycardie supraventriculaire (SVT).

Le pic PR est divisé en 15 par le pic RR. Si le rapport est inférieur à un rapport prédéterminé, qui peut être programmable et qui est de préférence égal à 75%, alors il est moins probable qu'il y ait conduction de l'oreillette au ventricule que du ventricule au ventricule. L'algorithme définit en 16 qu'il y a tachycardie ventriculaire (VT).

En variante, en 15, le pic PR pourrait être divisé par le total de RR. La décision serait alors basée sur la stabilité absolue de l'intervalle PR, plutôt que sur la stabilité de l'intervalle PR par rapport à celle de l'intervalle RR.

Le pic PR est divisé en 17 par le total de PR. Si le rapport est inférieur à un rapport prédéterminé qui peut être programmable et qui est de préférence égal à 75%, alors la conduction de l'oreillette au ventricule est du type "n : 1", et il y a une risque faible de confusion avec une conduction du ventricule vers l'oreillette. L'algorithme définit en 14 qu'il y a tachycardie supraventriculaire (SVT).

En variante, lorsque le nombre d'événements comptés dans la seconde chambre divisé par le nombre d'événements comptés dans la première chambre est supérieur à un rapport prédéterminé, de préférence égal à 1,33, le procédé définit que l'association est en n : 1.

En 18, il y a stabilité de l'intervalle RR et stabilité de l'intervalle PR, avec conduction en 1 : 1. Cette situation pourrait correspondre à une tachyarythmie auriculaire conduite au ventricule, ou à une tachyarythmie ventriculaire conduite à l'oreillette.

Le procédé selon l'invention doit appliquer un autre critère pour déterminer l'origine de la tachyarythmie. A cet effet, l'accélération du rythme ventriculaire est comparée à une limite prédéterminée, qui peut être programmable et qui est de préférence égale à 25%. Si l'accélération n'a jamais dépassé cette limite, alors il est probable qu'il y a tachycardie sinu-sale (ST), ce que définit l'algorithme en 19.

Le procédé selon l'invention examine en 20 s'il y a une dissociation auriculo-ventriculaire au début de l'accélération ventriculaire. Si c'est le cas, alors il est probable que la tachyarythmie a une origine ventriculaire et l'algorithme définit en 16 qu'il y a tachycardie

ventriculaire (VT). Dans le cas contraire, il définit en 14 qu'il y a tachycardie supraventriculaire (SVT).

En 21, 22 et 23 sont prévues les commandes de la thérapie appropriée, respectivement au cas de la fibrillation ventriculaire (VF), de la tachycardie ventriculaire (VT) et de la tachycardie supra-ventriculaire (SVT).

Enfin l'algorithme prévoit en 24 l'attente du cycle suivant pour revenir au point 1.

Après la remise à zéro des histogrammes en 6, l'algorithme peut être en attente pendant un nombre prédéterminé de cycles pour la mise à jour des histogrammes. Ce nombre prédéterminé de cycles peut être programmable, et il est de préférence de l'ordre de 8.

Bien que l'invention ait été décrite avec référence à un mode particulier de réalisation, il doit être compris que ce mode de réalisation est seulement illustratif de l'application des principes de l'invention. De nombreuses modifications peuvent être faites sans sortir du cadre de la présente invention.

## Revendications

1. Procédé d'analyse de l'activité cardiaque par détection des signaux auriculaires et ventriculaires, correspondant à des événements cardiaques, pour déterminer si une tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation, caractérisé en ce qu'il comporte :

- la détermination du nombre maximal, appelé pic d'autocorrélation, des intervalles récents entre les signaux cardiaques détectés dans une première chambre cardiaque, satisfaisant à des critères prédéterminés de stabilité, et
- la détermination du nombre maximal, appelé pic d'intercorrélation, des signaux cardiaques récents détectés dans ladite première chambre cardiaque et correspondant aux mêmes événements que précédemment, qui sont précédés par des signaux cardiaques détectés dans la seconde chambre, dans des limites prédéterminées de temps de conduction.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la détermination du pic d'autocorrélation comprend les étapes suivantes :

- . maintien d'un histogramme d'autocorrélation, c'est-à-dire d'un histogramme des intervalles récents dans ladite première chambre ;
- . maintien d'un total d'autocorrélation, c'est-à-dire de la somme du nombre total des comptages dans l'histogramme d'autocorrélation, et

. balayage de l'histogramme d'autocorrélation avec une fenêtre prédéterminée de stabilité pour déterminer le nombre maximal de comptages dans la fenêtre pour toutes les positions possibles de la fenêtre dans l'histogramme.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la détermination du pic d'intercorrélation comprend les étapes suivantes :

- . maintien d'un histogramme d'intercorrélation, c'est-à-dire d'un histogramme des intervalles récents de conduction de ladite seconde chambre vers ladite première chambre, correspondant aux mêmes événements que ceux de l'histogramme d'autocorrélation,
- . maintien d'un total d'intercorrélation, c'est-à-dire de la somme du nombre total de comptages dans l'histogramme d'intercorrélation, et
- . balayage de l'histogramme d'intercorrélation avec une fenêtre prédéterminée de temps de conduction pour déterminer le nombre maximal de comptages dans la fenêtre pour toutes les positions possibles de la fenêtre dans l'histogramme.

4. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que l'étape de maintien dudit histogramme des intervalles récents comprend les étapes suivantes :

- . soustraction dans l'histogramme de tout comptage correspondant à un intervalle survenu antérieurement à un nombre prédéterminé de cycles, un cycle correspondant à un signal détecté dans ladite première chambre, et
- . addition à l'histogramme d'un comptage correspondant à chaque intervalle survenu pendant le cycle le plus récent.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le nombre prédéterminé de cycles est programmable.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le nombre prédéterminé de cycles est d'environ 16.

7. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que dans l'histogramme d'autocorrélation, les intervalles récents dans la première chambre sont triés dans des cases en fonction de leur longueur.

8. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que dans l'histogramme d'intercorrélation, les



intervalles récents de conduction de la seconde chambre vers la première chambre sont triés dans des cases en fonction de leur longueur.

9. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que ladite fenêtre consiste en un nombre programmable de cases contiguës. 5
10. Procédé selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que ladite fenêtre consiste en un nombre de cases contiguës correspondant à une variation d'intervalle d'environ 64 ms. 10
11. Procédé selon l'une des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce que la largeur d'une case dans un histogramme est d'environ 16 ms. 15
12. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite analyse n'est pas effectuée pour les intervalles dans ladite première chambre qui sont plus longs qu'une limite prédéterminée. 20
13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que ladite limite est programmable. 25
14. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que ladite limite est d'environ 600 ms.
15. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que les histogrammes sont remis à zéro lorsqu'aucun événement n'y a été inscrit pendant un nombre prédéterminé de cycles dans ladite première chambre. 30
16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que ledit nombre prédéterminé de cycles est programmable. 35
17. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce que ledit nombre prédéterminé de cycles est d'environ 16. 40
18. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'histogramme d'autocorrélation comprend tous les intervalles entre environ 125 ms et environ 600 ms. 45
19. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'histogramme d'intercorrélation comprend tous les intervalles de conduction entre environ 16 et environ 500 ms. 50
20. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de triage des rythmes cardiaques en fonction du pic d'autocorrélation, comprenant elle-même les étapes de : 55
  - définir qu'il y a stabilité dans la première

chambre lorsque le pic d'autocorrélation, divisé par le total d'autocorrélation excède un rapport prédéterminé de stabilité, et  
· définir que la tachyarythmie n'est pas susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre lorsqu'il n'y a pas de stabilité dans la première chambre.

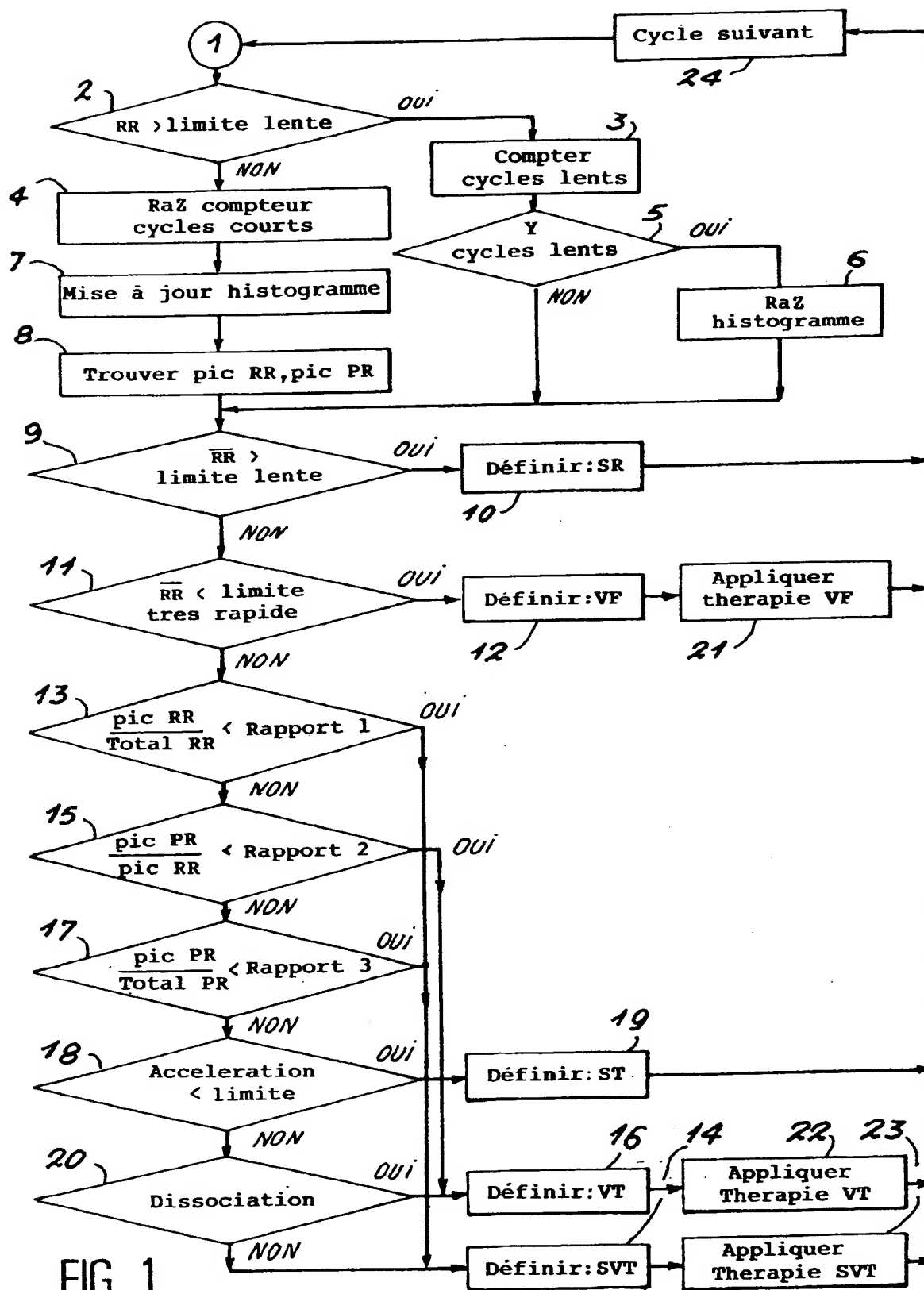
21. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de triage des rythmes cardiaques en fonction du pic d'autocorrélation et du pic d'intercorrélation, comprenant elle-même les étapes de :
  - définir qu'il y a instabilité de conduction lorsque le pic d'intercorrélation, divisé par le pic d'autocorrélation, n'excède pas un rapport prédéterminé de conduction, et
  - définir que la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre lorsqu'il y a stabilité dans la première chambre et instabilité de conduction.
22. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une étape de triage des rythmes cardiaques en fonction des valeurs relatives du pic d'intercorrélation et du total d'autocorrélation, comprenant elle-même les étapes de :
  - définir qu'il y a instabilité de conduction lorsque le pic d'intercorrélation, divisé par le total d'autocorrélation, n'excède pas un rapport prédéterminé de conduction, et
  - définir que la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre lorsqu'il y a stabilité dans la première chambre et instabilité de conduction.
23. Procédé selon l'une des revendications 21 ou 22 caractérisé en ce qu'il comprend l'étape de trier encore les rythmes cardiaques avec une stabilité définie dans la première chambre et une stabilité de conduction définie, en définissant en outre qu'il y a une conduction en 1 : 1 lorsque le pic d'intercorrélation, divisé par le total d'intercorrélation excède un rapport prédéterminé.
24. Procédé selon l'une des revendications 21 ou 22, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape de trier encore les rythmes cardiaques avec une stabilité définie dans la première chambre, en définissant en outre qu'il y a une conduction en n : 1 lorsque le total des événements dans la deuxième chambre, divisé par le total d'autocorrélation excède un rapport prédéterminé.
25. Procédé selon l'une des revendications 20 à 24,



- caractérisé en ce que lesdits rapports prédéterminés sont programmables.
26. Procédé selon l'une des revendications 20 à 23, caractérisé en ce que lesdits rapports prédéterminés sont d'environ 75%. 5
27. Procédé selon la revendication 24, caractérisé en ce que ledit rapport prédéterminé est d'environ 1,33. 10
28. Procédé selon l'une des revendications 20 à 23, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape de triage des rythmes cardiaques seulement lorsque la longueur des intervalles dans ladite première chambre tombe entre une limite inférieure prédéterminée et une limite supérieure prédéterminée. 15
29. Procédé selon la revendication 28, caractérisé en ce que lesdites limites des intervalles sont programmables. 20
30. Procédé selon la revendication 28, caractérisé en ce que la limite inférieure prédéterminée est d'environ 375 ms et la limite supérieure prédéterminée est d'environ 600 ms. 25
31. Procédé selon l'une des revendications 20 à 24, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape d'attendre pour trier les rythmes jusqu'à ce que les histogrammes aient été mis à jour pour un nombre minimal prédéterminé de cycles. 30
32. Procédé selon la revendication 31, caractérisé en ce que ledit nombre prédéterminé de cycles est programmable. 35
33. Procédé selon la revendication 31, caractérisé en ce que ledit nombre prédéterminé de cycles est d'environ 8. 40
34. Procédé selon la revendication 31, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape de trier encore les rythmes cardiaques avec stabilité définie dans la première chambre et stabilité de conduction définie, comprenant elle-même les étapes de : 45
- identifier l'occurrence d'une accélération de la fréquence dans la première chambre, excédant une limite d'accélération prédéterminée ; 50
  - identifier l'occurrence d'une dissociation de conduction entre les deux chambres lors de la détection de ladite accélération, et
  - définir que la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation dans la première chambre lorsqu'il y a accélération et dissociation. 55

35. Procédé selon la revendication 34, caractérisé en ce qu'il comprend l'étape de définir que la tachyarythmie est susceptible d'être interrompue par stimulation seulement lorsqu'elle est définie en 1 : 1.

36. Procédé selon l'une des revendications 21 à 35, caractérisé en ce que, lorsque la tachyarythmie a été définie comme susceptible d'être interrompue par stimulation, il comprend l'étape de délivrer une stimulation.





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 94 40 1055

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.5)
A	EP-A-0 540 141 (TELECTRONICS N.V.) * le document en entier * ---	1	A61N1/368 A61N1/39
A	US-A-5 107 850 (A.L. OLIVE) * le document en entier * ---	1	
A,D	US-A-4 860 749 (M.H. LEHMANN) * le document en entier * ---	1	
A	WO-A-93 02746 (MEDTRONIC INC) * le document en entier * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.5)
			A61N A61B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lien de la recherche <b>LA HAYE</b>		Date d'achèvement de la recherche <b>29 Août 1994</b>	Examinateur <b>Ferrigno, A</b>
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1500 (03/92) (P0402)

Best Available Copy

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**